枯草芽孢杆菌对围产期母猪繁殖性能和子代生长的影响

韩　丽[1,2]　孔祥峰[2]　赵　越[1,2]　解培峰[2]　高乾坤[1]　章文明[3]　印遇龙[2]　王占彬[1*]

（1.河南科技大学，动物科技学院，洛阳　471003；2.中国科学院亚热带农业生态研究所，亚热带农业生态过程重点实验室，长沙　410125；3.赢创德固赛（中国）投资有限公司，北京　100600）

摘　要：本试验旨在研究枯草芽孢杆菌对围产期母猪繁殖性能和子代生长的影响。试验选用2~4胎次、预产期相近的妊娠85 d的健康大白猪40头，随机分为2组，每组20头。对照组饲喂基础饲粮，试验组在基础饲粮中添加250 g/t的枯草芽孢杆菌制剂。试验期为妊娠85 d至产后21 d。分别于母猪妊娠85、112 d和产后21 d测量母猪背膘厚并计算背膘损失。于产后1和21 d耳缘静脉采血，肝素抗凝，离心分离血浆，测定血浆生化指标。于产后1 d记录母猪的产仔数和产活仔数，并称取仔猪出生窝重。于产后21 d称取仔猪断奶窝重并计算断奶窝日增重；每天观察并记录每窝仔猪腹泻情况，计算腹泻率。结果表明：与对照组相比，饲粮添加枯草芽孢杆菌制剂对母猪繁殖性能无显著影响（$P>0.05$），但显著降低了仔猪1~7 d和1~21 d腹泻率（$P<0.05$），显著增加了产后21 d母猪血浆免疫球蛋白M（IgM）含量（$P<0.05$），且产后1 d母猪血浆白蛋白（$P=0.087$）和IgM（$P=0.096$）含量以及产后21 d背膘厚（$P=0.096$）均呈增加趋势。综上所述，饲粮添加枯草芽孢杆菌制剂虽然不影响母猪繁殖性能，但可增强机体对蛋白质的利用和免疫力，降低仔猪腹泻率。

关键词：芽孢杆菌；妊娠母猪；哺乳仔猪；繁殖性能；生化指标

中图分类号：S828

母猪生产是生猪养殖中的关键环节，其健康状况和繁殖性能是影响养猪场经济效益的重要因素[1]。但随着集约化水平的提高，目前的母猪生产存在繁殖性能低下、产后乳质差或无乳、乏情、母猪炎症、抵抗力下降、采食量降低、使用年限缩短等问题，还间接引起仔猪初生重和断奶重低、腹泻率高、成活率低等问题[2]。调查发现，饲粮营养供给等非传染性因素

收稿日期：2017-06-30
基金项目：国家重点研发计划课题（2017YFD0500503）；赢创德固赛（中国）投资有限公司横向课题
作者简介：韩　丽（1992—），女，河南周口人，硕士研究生，从事动物营养与饲料科学研究。E-mail：1404082917@qq.com
*通信作者：王占彬，教授，硕士生导师，E-mail: wangzhanbin3696@126.com

是引起母猪繁殖性能低下的主要原因[3-4]。在我国目前的养猪生产中，虽然可通过改善母猪饲粮营养供给来提高其繁殖性能[5]，但由于饲养成本增加、饲养管理水平偏低、饲料原料配比不合理等问题，影响了母猪的繁殖性能及其仔猪的生长发育。因此，如何通过营养调控手段来改善母猪的繁殖性能已成为目前研究的热点。近年来研究发现，益生菌具有改善肠道微生态环境、促进营养物质的消化和代谢、增强机体免疫力、提高动物生长性能等功能[6]，作为微生态饲料添加剂在畜禽养殖中已被广泛应用。常见的益生菌主要有芽孢杆菌、乳酸菌、双歧杆菌、类链球菌和酵母菌等几大类，其中的芽孢杆菌能够形成芽孢，具有抗逆性强、耐高温高压、耐酸碱、便于生产和储存等特点，是目前应用最广泛的益生菌之一[7-8]。研究表明，在母猪或仔猪饲粮中添加芽孢杆菌可增加母猪肠道有益菌数量，减少致病菌数量[9]，使仔猪接触更多的有益菌，降低腹泻率，并可提高窝产活仔数、仔猪初生重和断奶重[10]；还可提高血清免疫球蛋白含量[11]，对提高母猪的繁殖性能及促进仔猪生长发育具有重要意义。目前，国内外对枯草芽孢杆菌的研究与应用大多集中在哺乳仔猪和保育猪阶段，而在妊娠和哺乳母猪上的研究报道较少。鉴于此，本试验旨在通过在围产期母猪饲粮中添加枯草芽孢杆菌制剂，评价其对母猪繁殖性能及所产仔猪生长性能的影响，通过测定母猪血浆生化指标探讨其代谢调节机制，旨在为益生菌在母猪生产中“母子一体化”营养调控中的应用提供依据。

1　材料与方法

1.1　试验动物、分组与饲养管理

动物饲养试验于2017年3—5月份在中国科学院亚热带农业生态研究所永安动物实验基地开展。试验选取2~4胎次、预产期相近的妊娠85 d的健康大白猪40头，随机分成2组，每组20头。对照组饲喂基础饲粮，试验组在基础饲粮中添加250 g/t的枯草芽孢杆菌制剂。从妊娠85 d开始饲喂妊娠母猪饲粮，妊娠100 d更换为泌乳母猪饲粮，到产后21 d结束。基础饲粮营养水平参照NRC（2012）猪营养需求标准配制，基础饲粮组成及营养水平见表1。试验用枯草芽孢杆菌制剂由赢创德固赛（中国）投资有限公司提供（活菌数量≥4.0×10^9 CFU/g），其添加剂量根据前人相关研究报道[10-12]及生产厂家建议确定。试验期为母猪妊娠85 d至产后21 d。妊娠85 d至107 d限位栏饲养，预产期前7 d将试验母猪转入产床饲养，其他饲养管理均按商业养猪场规范进行操作。

表1　基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Ingredients and nutrient levels of basal diets (air-dry basis)　　%

项目 Items	妊娠母猪饲粮 Pregnant sows’ diet	泌乳母猪饲粮 Lactating sows’ diet

原料 Ingredients		
玉米 Corn	60.30	58.65
麦麸 Wheat bran	23.50	5.00
小麦粉 Wheat flour		2.00
豆油 Soybean oil		4.00
豆粕 Soybean meal	12.00	20.50
酶解蛋白粉 Enzymic protein powder		3.00
进口鱼粉 Imported fish meal		2.50
赖氨酸 Lys	0.12	0.15
苏氨酸 Thr	0.03	0.05
缬氨酸 Val		0.10
防霉剂 Antimildew agent	0.05	0.05
妊娠母猪预混料 Pregnant sows' premix1)	4.00	
泌乳母猪预混料 Lactating sows' premix2)		4.00
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levles3)		
消化能 DE/(MJ/kg)	15.23	15.56
干物质 DM	98.00	97.74
粗脂肪 EE	5.16	6.02
粗纤维 CF	3.60	3.54
粗蛋白质 CP	14.17	19.78
粗灰分 Ash	5.61	5.95
赖氨酸 Lys	0.98	1.53
蛋氨酸 Met	0.12	0.16
苏氨酸 Thr	0.68	0.99

1)妊娠母猪预混料为每千克饲粮提供 The pregnant sows' premix provides the following per kilogram of the diet：VA 10 000 IU，VD 2 500 IU，VE 100 IU，VK 2.0 mg，VB_2 10 mg，VB_6 1.0 mg，VB_{12} 50 μg，氯化胆碱 choline chloride 1 500 mg，Fe 80 mg，Cu 20 mg，Zn 100 mg，Mn 45 mg，I 0.7 mg，Se 0.25 mg。

2)泌乳母猪预混料为每千克饲粮提供 The lactating sows' premix provides the following per kilogram of the diet：VA 15 000 IU，VD 3 200 IU，VE 50 IU，VK 4.0 mg，VB_1 4.0 mg，VB_2 10 mg，VB_6 3.0 mg，VB_{12} 20 μg，氯化胆碱 choline chloride 800 mg，Fe 120 mg，Cu 20 mg，Zn 112 mg，Mn 24 mg，I 0.5 mg，Se 0.4 mg。

3)消化能为计算值，其余指标为实测值。DE is a calculated value, while the others are measured values.

1.2 母猪繁殖性能和背膘厚测定

分别于母猪妊娠 85 d、112 d 和产后 21 d，利用美国运高超声波背膘仪测量其背膘厚，并计算分娩前、后母猪背膘变化；于产后 1 d 记录产仔数、死胎数、产活仔数及仔猪初生窝重，并计算仔猪初生个体均重；于产后 21 d 记录断奶仔猪数、断奶仔猪窝重，并计算断奶窝重、断奶窝增重、断奶窝日增重、平均日增重和断奶窝个体均重等[13]。

1.3 仔猪腹泻率测定

每天观察、记录每窝仔猪腹泻情况，并计算腹泻率[14]。

1.4　母猪血浆生化指标测定

分别于母猪产后 1 和 21 d，每组随机选取 8 头母猪，耳缘静脉采血，肝素抗凝，离心分离血浆。根据试剂盒（罗氏公司）说明，用全自动生化分析仪（罗氏 Cobas® c311）测定血浆中总蛋白（TP）、白蛋白（ALB）、血氨（AMM）、甘油三酯（TG）、总胆固醇（TC）、低密度脂蛋白-胆固醇（LDL-C）、高密度脂蛋白-胆固醇（HDL-C）、免疫球蛋白 G（IgG）和免疫球蛋白 M（IgM）的含量以及碱性磷酸酶（ALP）的活性[15]。

1.5　数据处理与分析

试验数据采用 Excel 2010 初步整理后，利用 SPSS 18.0 软件进行独立样本 *t* 检验，数据均以“平均值±标准误”表示，P<0.05 表示差异显著，0.05≤P<0.10 表示呈变化趋势。

2　结　果

2.1　枯草芽孢杆菌对母猪繁殖性能的影响

由表 2 可知，与对照组相比，试验组母猪的窝产仔数、产活仔数、初生窝重、初生个体均重、断奶窝重、断奶窝增重、平均日增重和断奶窝个体均重虽无显著差异（P＞0.05），但数值上有所增加。

表 2　枯草芽孢杆菌对母猪繁殖性能的影响

Table 2　Effect of *Bacillus subtilis* on reproductive performance of sows (n=20)

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Experiment group	*P* 值 *P*-value
窝产仔数 Litter size	11.84±0.68	12.26±0.56	0.636
死胎数 Dead fetus size	0.32±0.14	0.26±0.13	0.778
产活仔数 Alive litter size	11.53±0.73	12.00±0.54	0.604
初生窝重 Litter birth weight/kg	17.07±0.95	18.05±0.84	0.442
初生个体均重 Birth individual average weight/kg	1.50±0.04	1.51±0.05	0.833
断奶窝重 Weaning weight per litter/kg	61.72±3.02	63.19±2.20	0.697
断奶窝增重 Weaning weight gain per litter/kg	46.65±2.47	48.09±1.38	0.613
断奶窝日增重 Weaning daily gain per litter/(kg/d)	2.22±0.12	2.29±0.07	0.613
断奶窝个体均重 Weaning individual average weight/kg	6.15±0.16	6.24±0.17	0.722
平均日增重 Average daily gain/kg	0.22±0.01	0.23±0.01	0.520

同行数据上标不同字母表示差异显著（P<0.05）。下表同。

Values in the same row with different letter superscripts mean significant difference (P＜0.05). The same as below.

2.2　枯草芽孢杆菌对母猪背膘厚的影响

由表 3 可知，与对照组相比，试验组母猪产后 21 d 背膘厚（*P*=0.096）和妊娠 85~112 d 背膘厚变化（*P*=0.092）呈增加趋势。

表 3　枯草芽孢杆菌对母猪背膘厚的影响

Table 3　Effects of *Bacillus subtilis* on backfat thickness of sows (*n*=20)　mm

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Experiment group	*P* 值 *P*-value
背膘厚 Backfat thickness			
妊娠 85 d Pregnancy 85 d	18.75±1.02	18.70±0.87	0.970
妊娠 112 d Pregnancy 112 d	19.55±0.87	20.90±0.78	0.255
产后 21 d Postpartum 21 d	16.55±0.80	18.60±0.90	0.096
背膘厚变化 Backfat thickness changes			
妊娠 85~112 d Pregnancy 85 to 112 d	1.71±0.22	2.56±0.39	0.092
妊娠 112 d 至产后 21 d Pregnancy 112 d to postpartum 21 d	3.33±0.61	3.50±0.63	0.852

2.3　枯草芽孢杆菌对仔猪腹泻率的影响

由表 4 可知，与对照组相比，试验组仔猪 1~7 d 和 1~21 d 腹泻率均显著降低（*P*<0.05），且 15~21 d 腹泻率呈降低趋势（*P*=0.097）。

表 4　枯草芽孢杆菌对仔猪腹泻率的影响

Table 4　Effects of *Bacillus subtilis* on diarrhea rate of piglets (*n*=20)　%

时间 Times/d	对照组 Control group	试验组 Experiment group	*P* 值 *P*-value
1~7	5.91±1.47[a]	2.48±0.23[b]	0.039
8~14	2.15±0.41	2.02±0.57	0.856
15~21	4.84±1.16	2.07±0.41	0.097
1~21	2.79±0.52[a]	1.35±0.21[b]	0.016

2.4　枯草芽孢杆菌对母猪血浆生化指标的影响

由表 5 可知，与对照组相比，试验组母猪产后 1 d 血浆中 TP 含量显著增加（*P*<0.05），血浆中 ALB（*P*=0.087）和 IgM 含量（*P*=0.096）呈增加趋势；产后 21 d 血浆中 IgM 含量显著增加（*P*<0.05）。与产后 1 d 相比，对照组和试验组产后 21 d 血浆中 TP、TC、LDL-C 和 IgG 含量均显著升高（*P*<0.05），血浆中 ALP 活性和 AMM 含量均显著降低（*P*<0.05）；对照组产后 21 d 血浆中 IgM 含量显著降低（*P*<0.05）；试验组产后 21 d 血浆中 HDL-C 含量显著增加（*P*<0.05），血浆中 TG 含量显著降低（*P*<0.05）。

表 5　枯草芽孢杆菌对母猪血浆生化指标的影响

Table 5　Effects of *Bacillus subtilis* on plasma biochemical parameters of sows (*n*=8)

项目 Items	产后时间 Postpartum time/d	对照组 Control group	试验组 Experiment group	*P* 值 *P*-value
总蛋白	1	67.85±1.00[b]	72.90±1.85[a]	0.035

TP/(g/L)	21	75.66±1.42*	78.84±1.66*	0.168
白蛋白	1	41.76±0.63	44.10±1.10	0.087
ALB/(g/L)	21	41.05±0.72	40.99±1.29	0.967
血氨	1	123.34±4.40	115.43±5.98	0.187
AMM/(μmol/L)	21	93.73±1.45*	93.28±5.21*	0.882
免疫球蛋白 G	1	2.09±0.06	2.22±0.09	0.232
IgG/(g/L)	21	2.85±0.11*	3.08±0.15*	0.224
免疫球蛋白 M	1	1.24±0.06	1.57±0.17	0.096
IgM/(g/L)	21	0.88±0.04^{b*}	1.13±0.10^{a}	0.040
碱性磷酸酶	1	49.88±2.39	48.00±3.02	0.634
ALP/(U/L)	21	37.88±2.66*	39.75±1.85*	0.572
甘油三酯	1	0.28±0.03	0.25±0.03	0.507
TG/(mmol/L)	21	0.19±0.03	0.13±0.02*	0.123
总胆固醇	1	1.41±0.07	1.26±0.06	0.157
TC/(mmol/L)	21	1.82±0.11*	1.76±0.06*	0.687
高密度脂蛋白胆固	1	0.64±0.03	0.60±0.02	0.307
醇 HDL-C/(mmol/L)	21	0.72±0.04	0.78±0.05*	0.400
低密度脂蛋白胆固	1	0.81±0.05	0.74±0.05	0.397
醇 LDL-C/(mmol/L)	21	1.10±0.13*	1.03±0.03*	0.589

*表示与产后 1 d 比较差异显著（*P*<0.05）。

* means significant difference compared with postpartum 1 day (*P*<0.05).

3 讨 论

繁殖母猪的饲养管理是养猪生产的核心环节，其繁殖性能是影响养猪场经济效益的关键因素。现有研究表明，芽孢杆菌、乳酸菌等益生菌可改善繁殖母猪的生产性能[16]。因此，探讨高效益生菌在“母子一体化”管理中的应用具有重要意义。在本试验中，饲粮添加 250 g/t 的枯草芽孢杆菌制剂虽然没有显著影响母猪的繁殖性能，但可增加仔猪的窝产仔数、产活仔数、初生窝重、初生个体均重、断奶窝重、断奶窝增重、断奶窝个体均重和平均日增重等指标，提示枯草芽孢杆菌制剂在一定程度上促进了胎猪和哺乳仔猪的生长发育。另有研究表明，母猪饲粮添加 100 g/t 的枯草芽孢杆菌可显著提高仔猪断奶重[10]，这与本研究结果不同，其原因可能是每克芽孢杆菌制剂所含活菌数量不同，或者是菌株活性不同，其最佳添加剂量还有待进一步深入研究。饲粮添加枯草芽孢杆菌制剂降低了仔猪 1~7 d 和 1~21 d 的腹泻率，提示饲粮添加枯草芽孢杆菌制剂可改善仔猪肠道健康。这可能是因为枯草芽孢杆菌具有维持和调整肠道微生态平衡的作用。大肠杆菌是导致哺乳仔猪腹泻的主要病原菌，而新生仔猪的肠道微生物主要来源于母猪粪便，在母猪饲粮中添加枯草芽孢杆菌制剂可改善母猪肠道健康，保证仔猪生活环境中大肠杆菌等病原菌数量控制在较为安全的范围内，减少仔猪接触病原菌的几率，对仔猪的生长发育具有重要意义。这与前人研究结果[17]基本一致。

背膘厚可直接反映不同生理阶段母猪的体况和能量储备情况。在哺乳期间，母猪会动用较多的机体储备来维持泌乳，但过度动用机体储备会导致母猪严重掉膘，影响其子代增重[18]。本研究表明，饲粮添加枯草芽孢杆菌制剂后，母猪妊娠 85~112 d 背膘厚变化以及产后 21 d 背膘厚呈增加趋势，可能是因为饲粮中添加枯草芽孢杆菌制剂改善了肠道内环境，提高了机体对营养物质的消化、代谢和利用，满足了母猪自身需求和胎猪的生长需要，提示饲粮添加芽孢杆菌制剂可在一定程度上促进母猪产后体况的恢复。

动物血浆生化指标可反映机体的营养水平和新陈代谢状况，其中血浆 TP 和 ALB 含量可反映机体对蛋白质的吸收和代谢状况[19]。本试验中，饲粮添加芽孢杆菌制剂后使产后 1 d 母猪血浆 TP 含量显著升高，血浆 ALB 含量呈增加趋势，提示饲粮添加芽孢杆菌制剂可在一定程度上促进妊娠后期母猪对蛋白质的利用。益生菌与宿主肠道的上皮细胞、固有微生物和免疫细胞等存在复杂的相互作用[20]。芽孢杆菌主要通过影响肠道菌群的定植，进而激活肠道局部免疫和全身免疫功能，同时增强宿主的消化代谢能力[21]。本试验中，饲粮添加芽孢杆菌制剂增加了产后母猪血浆 IgM 含量；另外，产后 1 和 21 d 母猪血浆 IgG 含量也有一定程度增加，提示母猪免疫力增强，这与李春丽等[12]的报道基本一致。

哺乳期间为满足仔猪生长发育的需要，母猪体内会发生一系列的生理变化[22]。本试验中，与产后 1 d 相比，产后 21 d 母猪血浆中 TP、TC、LDL-C 和 IgG 含量均显著增加，血浆中 ALP 活性和 AMM 含量显著降低，提示产后 21 d 母猪机体的代谢能力增强。另外，对照组产后 21 d 母猪血浆中 IgM 含量显著降低，而试验组上述指标无显著变化，提示饲粮添加枯草芽孢杆菌制剂可缓解哺乳引起的机体氮代谢和免疫力的变化。血浆 TG 和 TC 含量可直接反映动物机体的脂代谢状况，其含量越低脂肪利用率越高；HDL-C 负责转运 TC 到肝脏细胞进行氧化[23]。本试验中，与产后 1 d 相比，饲粮添加枯草芽孢杆菌制剂增加了产后 21 d 血浆中 HDL-C 含量，降低了血浆中 TG 含量，但对照组中上述指标无显著影响，提示饲粮中添加枯草芽孢杆菌制剂可改善产后 21 d 母猪的机体脂代谢。

4 结 论

饲粮添加枯草芽孢杆菌制剂虽对母猪繁殖性能无显著影响，但可增强机体对蛋白质的利用和免疫力，降低仔猪腹泻率。

参考文献：

[1] SERENIUS T,STALDER K J.Selection for sow longevity[J].Journal of Animal Science,2006,84(13S):E166–E171.

[2] 陈雅君.母猪繁殖障碍性疾病的发病原因及防制[J].中国畜牧兽医,2008,35(4):95–96.

[3] 周根来,殷洁鑫.影响母猪繁殖性能的营养因素及调控措施[J].中国畜牧兽医,2012,39(11):90–93.

[4] 蒋宗勇,高开国,杨雪芬,等.提高母猪年生产力的关键营养技术[J].动物营养学报,2014,26(10):3003–3010.

[5] VAN DEN BRAND H,HEETKAMP M J W,SOEDE N M,et al.Energy balance of lactating primiparous sows as affected by feeding level and dietary energy source[J].Journal of Animal Science,2000,78(6):1520–1528.

[6] CHO J H,ZHAO P Y,KIM I H.Probiotics as a dietary additive for pigs:a review[J].Journal of Animal and Veterinary Advances,2011,10(16):2127–2134.

[7] 侯冠彧,周汉林,施力光,等.几种常用饲料添加剂对断奶仔猪肠道菌群调控的研究进展[J].中国畜牧兽医,2016,43(11):2939–2944.

[8] 张爱武,薛军.枯草芽孢杆菌在动物生产中的应用效果[J].中国畜牧兽医,2011,38(4):234–238.

[9] 徐鹏,董晓芳,佟建明.微生物饲料添加剂的主要功能及其研究进展[J].动物营养学报,2012,24(8):1397–1403.

[10] 刘影,王春林,成廷水,等.母猪和仔猪日粮中添加枯草芽孢杆菌对仔猪生产性能的影响[J].饲料工业,2010,31(18):29–30.

[11] 肖定福,胡雄贵,罗彬,等.地衣芽胞杆菌对仔猪生产性能和猪舍氨浓度的影响[J].家畜生态学报,2008,29(5):74–77.

[12] 李春丽,崔淑贞,惠参军,等.微生态制剂对哺乳仔猪生长及免疫机能的影响[J].中国畜牧兽医,2005,32(5):14–15.

[13] 黎智华,李华伟,张婷,等.发酵中药渣对妊娠母猪繁殖性能、血浆生化参数和抗氧化指标的影响[J].动物营养学报,2017,29(7):2416–2422.

[14] 李华伟,黎智华,祝倩,等.饲粮添加中药渣和发酵中药渣对母猪繁殖性能与子代发育的影响[J].动物营养学报,2017,29(1):257–263.

[15] 查伟,孔祥峰,谭敏捷,等.饲粮添加脯氨酸对妊娠环江香猪繁殖性能和血浆生化参数的影响[J].动物营养学报,2016,28(2):579–584.

[16] JEONG J,KIM J,LEE S,et al.Evaluation of *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus acidophilus* probiotic supplementation on reproductive performance and noxious gas emission in sows[J].Annals of Animal Science,2015,15(3):699–710.

[17] 边连全,杜欣,刘显军,等.枯草芽孢杆菌-菊糖合生元对断奶仔猪生长性能及体液免疫功能的影响[J].动物营养学报,2012,24(2):280–284.

[18] 刘柱,杨志远,李晓玉,等.分娩与断奶背膘厚度对猪繁殖性能的影响研究[J].中国畜牧兽医,2014,41(6):187–190.

[19] 杨海英,杨在宾,杨维仁,等.益生素和低聚木糖对断奶仔猪生产性能、消化酶活性、血液指标和肠道微生物的影响[J].中国兽医学报,2009,29(7):914–919.

[20] 王丽凤,张和平.益生菌、胃肠道微生物和宿主之间相互作用的研究进展[J].中国食品学报,2011,11(4):147–153.

[21] 张灵启,李卫芬,余东游.芽孢杆菌制剂对断奶仔猪生长和免疫性能的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2008,(3):37–38.

[22] 王二红,吴德,方正锋,等.饲粮中添加丁酸钾对泌乳母猪繁殖性能、血液生化指标和乳成分的影响[J].动物营养学报,2010,22(5):1367–1373.

[23] CHEN Y Y,GONG X X,LI G D,et al.Effects of dietary alfalfa flavonoids extraction on growth performance,organ development and blood biochemical indexes of *Yangzhou* geese aged from 28 to 70 days[J].Animal Nutrition,2016,2(4):318–322.

Effects of *Bacillus subtilis* on Reproductive Performance of Sows and Growth of Their Offspring during Perinatal Period [i]

HAN Li[1,2] KONG Xiangfeng[2] ZHAO Yue[1,2] XIE Peifeng[2] GAO Qiankun[1] ZHANG Wenming[3] YIN Yulong[2] WANG Zhanbin[1*]

(1. *College of Animal Science and Technology, Henan University of Science and Technology, Luoyang* 471003, *China;* 2. *Key Laboratory of Agro-ecological Processes in Subtropical Region, Institute of Subtropical Agriculture, Chinese Academy of Sciences, Changsha* 410125, *China; 3. Evonik Degussa (China) Co., Ltd., Beijing* 100600, *China*)

Abstract: This study was conducted to determine the effects of *Bacillus subtilis* on reproductive performance of sows and growth of their offspring during perinatal period. Forty healthy Large White sows at close to 85 d of gestation during 2 to 4 parities were used and randomly allocated to 2 groups with 20 pigs per group. The sows in the control group were fed a basal diet, and others in

the experiment group were fed the basal diet supplemented with 250 g/t *Bacillus subtilis* preparation. The trial period was from pregnancy 85 d to postpartum 21 d. The backfat thickness of sows were measured at pregnancy 85 and 112 d and postpartum 21 d, respectively, to calculate the backfat loss; at postpartum 1 and 21 d, the blood samples of sows were collected by ear vein into heparin coated-tubes, respectively, to obtain the plasma by centrifuging for analysis of plasma biochemical parameters. At postpartum 1 d, the litter size and alive litter size were recorded, as well as the litter birth weight of piglets. At postpartum 21 d, the litter weight of weaned piglets was weighed to calculate weaning daily gain per litter. The diarrhea occurrence of piglets was observed per day throughout the experiment to calculate the diarrhea rate. The results showed that compared with the control group, dietary supplementation with *Bacillus subtilis* did not affect the reproductive performance of sows ($P>0.05$), but significantly reduced the diarrhea rate of piglets from 1 to 7 d and 1 to 21 d ($P<0.05$), and significantly increased the plasma immunoglobulin M (IgM) content of sows at postpartum 21 d ($P<0.05$), as well as the contents of albumin (ALB) ($P=0.087$) and IgM ($P=0.096$) in plasma at the postpartum 1 d and backfat thickness ($P=0.096$) of sows at postpartum 21 d ($P>0.05$). Collectively, dietary supplementation with *Bacillus subtilis* preparation do not affect on reproductive performance of sows, but can enhance the utilization of protein and immunity of sows, and reduce diarrhea rate of piglets.

Key words: *Bacillus subtilis*; pregnant sows; suckling piglets; reproductive performance; biochemical parameters

---

*Corresponding author, professor, E-mail: wangzhanbin3696@126.com （责任编辑　武海龙）